

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-214138

(43)Date of publication of application : 05.08.1994

(51)Int.Cl.

G02B 6/40  
G02B 6/24  
G02B 6/34

(21)Application number : 04-222530

(71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP <NTT>

(22)Date of filing : 21.08.1992

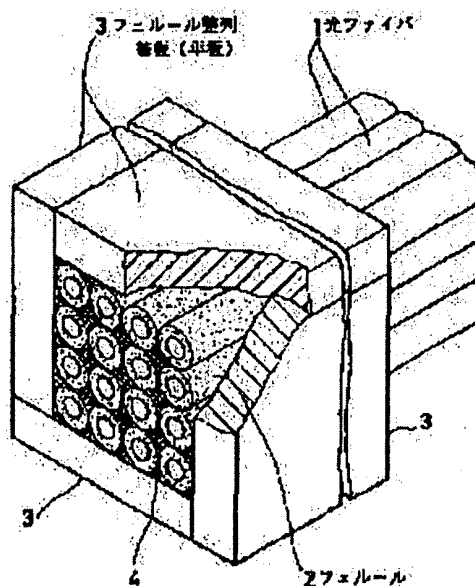
(72)Inventor : KOYABU KUNIO  
OHIRA FUMIKAZU  
OKAMURA MASAMICHI  
NOGUCHI KAZUHIRO  
KIMURA KAZUO

## (54) OPTICAL FIBER ARRAY AND OPTICAL FIBER ARRAY EQUIPPED WITH COLLIMATOR LENS

(57)Abstract:

PURPOSE: To accurately and easily produce one-dimensional and two-dimensional optical fiber arrays, or an optical fiber array equipped with collimator lens with good working efficiency and at a low production cost.

CONSTITUTION: A cylindrical ferrule 2 having high accuracy in an outer diameter is mounted on the end part of the optical fiber 1, and the ferrules 2 are aligned in one-dimensional so that the outer circumference of adjacent ferrules 2 may come into contact with each other in an axial direction, or the one-dimensional alignments are laminated so as to obtain a two-dimensional alignment. A bundle of aligned ferrules is surrounded by a ferrule aligning substrate(plate) 3 so that the outer circumference of the outside ferrules may come into contact with the substrate 3, and then, they are fixed with adhesive 4. The one-dimensional array, or the two-dimensional array is easily and accurately produced by use of the accurate ferrule 2 and the aligning substrate 3.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

08.08.1995

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

2775554

[Date of registration]

01.05.1998

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

7  
[Date of requesting appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-214138

(43)公開日 平成6年(1994)8月5日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 B 6/40		7139-2K		
6/24				
6/34		9317-2K		
		7139-2K	G 0 2 B 6/ 24	

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平4-222530

(22)出願日 平成4年(1992)8月21日

(71)出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都千代田区内幸町一丁目1番6号

(72)発明者 小 薮 国 夫

東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日

本電信電話株式会社内

(72)発明者 大 平 文 和

東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日

本電信電話株式会社内

(72)発明者 岡 村 正 通

東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日

本電信電話株式会社内

(74)代理人 弁理士 磯野 道造

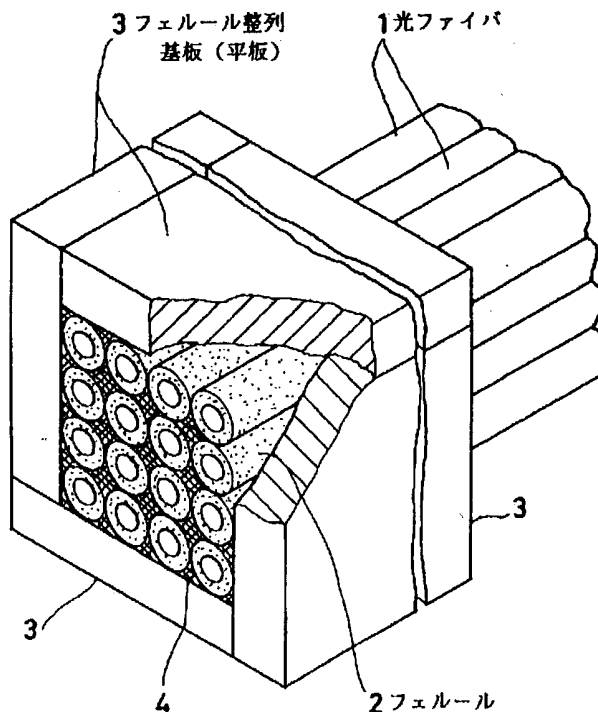
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 光ファイバアレーおよびコリメータレンズ付き光ファイバアレー

(57)【要約】

【目的】 一次元・二次元の光ファイバアレーあるいはコリメータレンズ付き光ファイバアレーを高精度で、かつ簡単に、作業効率よく低製作費で作製できるようにする。

【構成】 光ファイバ1の端部に外径精度のよい円筒状フェルール2を装着し、これらフェルール2を、互いに隣合うフェルールの外周が軸方向に沿って接触するように一次元に整列し、あるいはこの一次元整列を積み重ねて二次元の整列とする。これらの整列したフェルール束を外側のフェルールの外周が接触するようにフェルール整列基板3により取り囲み、接着剤4で固定する。精度のよいフェルール2と整列基板3により簡単に、かつ高精度で一次元アレーあるいは二次元アレーを作製することができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 光ファイバと、円筒状のフェルールと、両面が平坦な硬質材料の平板からなり、内部に光ファイバの端部を保持した前記フェルールを、互いに隣合うフェルールの外周が軸方向に沿って接触するように一次元に整列させ、あるいはこの一次元に整列したフェルールを積み重ねて二次元の整列とし、前記一次元整列では全てのフェルールの外周が、前記二次元整列では最外周に位置する全てのフェルールの外周が、硬質平板に接触するように構成し、かつフェルール端面とこのフェルール内に保持されている光ファイバの光軸とが任意の角度で交差するように構成したことを特徴とする光ファイバアレー。

【請求項2】 請求項1において、フェルール束を取り囲む硬質平板が、平坦な面がフェルールに接触するセラミックス板と、このセラミックス板外側に接合した金属板とからなる複合基板であることを特徴とする光ファイバアレー。

【請求項3】 請求項1または請求項2において、フェルールが、光ファイバを内部に保持したファイバフェルールと、内部にロッドレンズを保持し前記ファイバフェルールと同じ外径のロッドレンズフェルールを一体的に接合したフェルールであることを特徴とするコリメータレンズ付き光ファイバアレー。

【請求項4】 請求項1または請求項2において、フェルールが、光ファイバの端部が挿入されるファイバ保持用穴と、ロッドレンズが挿入されるロッドレンズ保持用穴が形成された一体構造のフェルールであることを特徴とするコリメータレンズ付き光ファイバアレー。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、光通信等の分野において多数の光ファイバ同士を高密度に接続するコネクタに使用される光ファイバアレーおよびコリメータレンズ付き光ファイバアレーに関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 コネクタを構成する光ファイバアレーには、その構造から複数の光ファイバを一平面上に並べた一次元アレーと、この一次元アレーを積層した構成の二次元アレーとがある。一次元アレーは、一般に、Si基板上にフォトリソグラフィと異方性エッチングによりV溝を形成し、このV溝上に光ファイバを整列させた構造のものが広く用いられている。一方、二次元アレーでは、図6に示すように、光ファイバ50を保持する基板51に穴52を多数穿設し、この穴52に光ファイバ50の端部を挿入する構造が提案されている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、前述のような一次元アレーの場合、フォトリソグラフィと異方

に形成できるという利点がある反面、V溝へのファイバ整列に特別な整列治具などが必要で、さらに小さなV溝の中に複数の光ファイバを並べるため、整列作業に時間がかかり、製作能率が悪いという問題がある。

【0004】 一方、前述の二次元アレーの場合には、二つの問題がある。一つは、光ファイバの保持基板の穴加工をフォトエッチングなどの方法で行うため、この穴に挿入した側のファイバアレーは比較的高い精度が得られるものの、穴から離れた部分では光ファイバを高精度に保持する構造になっていないので、光ファイバ間での平行度が悪く、ファイバ保持基板51の表面に対する光ファイバ50の直交度を高精度に保つことは困難である。これは、ファイバ端面と垂直で基準となる理想的な光軸53に対する出射光54の角度ずれ( $\theta$ )となって現れ、接続損失の原因となる。

【0005】 もう一つは、光ファイバアレー製作における作業性の問題である。すなわち、光ファイバの直径と穴径の寸法公差が小さいので、多数の光ファイバを一括挿入することが難しい。そこで、光ファイバを1本ずつ挿入することになるが、これでは多くの時間がかかり（もし光ファイバ保持穴の径を大きくすると、光ファイバは挿入し易くなるが、位置精度が低下する）、製作効率が著しく低下し、製作費を低減することはできない。

【0006】 以上述べたように、従来の光ファイバアレーでは、一次元とアレーと二次元アレーとの構造が異なるため、それぞれの構造に合った構成部品や製作方法が必要で、しかも光ファイバアレーを高精度で、かつ高作業効率・低製作費での製作が困難という問題があった。さらに、次のような問題もある。

【0007】 すなわち、二次元光ファイバアレーをフリースペーススイッチのように、入出力に使う二つの光ファイバアレーが空間的に離れている場合、光ファイバからの光を出力する側では前述の理想光軸53と出射光54の角度を高精度に一致させる（例えば、 $1\text{ mrad}$ 以下）と同時に、光ファイバからの出射光を平行光に変換すること、他方、光ファイバに光を入力する側でも平行光をスポット光に変換すると同時に、スポット光軸とファイバ光軸とを一致させることが要求される。これは、高効率結合とクロストークの低減を実現するための重要な課題である。

【0008】 ここで、理想光軸53と出射光54の角度( $\theta$ )を高精度に一致させることは、前記光ファイバアレーの高精度化と共通の問題であるが、スポット光と平行光の間の相互変換にはコリメータが必要である。これまで二次元光ファイバアレーと組み合わせたコリメータとして、平板マイクロレンズアレーまたはロッドレンズが使用されている。

【0009】 平板マイクロレンズアレーの特徴は、厚さ1mm程度のガラス板にフォトエッチングで所定位置に

て、ガラス板の屈折率を局部的に変えることによりレンズ作用を持たせたもので、製作上、高いアレー精度が得られるものの、光ファイバアレーと平板マイクロレンズアレーの形状が大きく異なるため、両者の高精度位置合わせが困難である。

【0010】一方、ロッドレンズをコリメータレンズアレーとして用いる場合、ロッドレンズのアレー化に問題があり、従来は光ファイバアレーの1本に対してロッドレンズ1個を対応させて並べていた。このため、アレー化に長時間を要し、また位置合わせ精度も十分ではなかった。

【0011】この発明は、前述のような問題を解消すべくなされたもので、その目的は、一次元あるいは二次元の光ファイバアレーを高精度で、かつ簡単に作業効率良く低製作費で作製することのでき、またコリメータレンズ付きの光ファイバアレーにも応用できる光ファイバアレーの構造を提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】この発明は前記目的を達成するために、次のような構成とした。すなわち、この発明の光ファイバアレーは、光ファイバと、円筒状のフェルールと、両面が平坦な硬質材料の平板（例えば、ジルコニア等からなるセラミックス板）から構成する。内部に光ファイバの端部を保持した前記フェルールを、互いに隣合うフェルールの外周が軸方向に沿って接触するように一次元に整列させ、あるいはこの一次元に整列したフェルールを積み重ねて二次元の整列とする。前記一次元整列では全てのフェルールの外周が、前記二次元整列では最外周に位置する全てのフェルールの外周が、硬質平板に接触するように構成し、かつフェルール端面とこのフェルール内に保持されている光ファイバの光軸とが任意の角度で交差するように構成する。また、フェルール束を取り囲む硬質平板は、平坦な面がフェルールに接触するセラミックス基板と、このセラミックス基板外側に接合した金属基板とからなる複合基板としてもよい。

【0013】コリメータレンズ付きの光ファイバアレーの場合には、フェルールを、光ファイバを内部に保持したファイバフェルールと、内部にロッドレンズを保持し前記ファイバフェルールと同じ外径のロッドレンズフェルールを一体的に接合したフェルールとする。この場合にも、平坦度のよい硬質平板により全フェルールの整列状態を規制する。また、コリメータレンズ付きのフェルールは、光ファイバの端部が挿入されるファイバ保持用穴と、ロッドレンズが挿入されるロッドレンズ保持用穴が形成された一体構造のフェルールとしてもよい。なお、硬質平板は、四角形枠やその他の形状の枠とすることができる。

【0014】

度加工されたフェルールにより整列され、さらにこれらフェルールの整列状態が平坦度のよい硬質平板により規制され、ファイバ間の平行度や各ファイバの整列直交度などを容易に高精度とすることができる。また、整列治具を使用することなく、簡単に作業を行うことができる。また、ファイバアレーの本数にかかわらず容易に製作でき、アレーの規模に制限がない。アレーのピッチはフェルールの外径を変えるだけで容易に変えることができる。また、硬質平板を外側が金属の複合平板とすれば、相手部品に機械的に固定保持することができ、相手の形状や材料に合わせて適正な固定保持法を選択できる。さらに、コリメータレンズを必要とする光ファイバでは、フェルール内に光ファイバとロッドレンズを精度よく保持でき、このフェルールを前述と同様に整列させるため、コリメータレンズ付き光ファイバアレーを簡単に、高精度に製作することができる。また、ファイバ・ロッドレンズ用のフェルールを一体構造とすれば、フェルールの製作作業が簡単となり、またフェルールの精度や信頼性を向上できる。

【0015】

【実施例】以下、この発明を図示する実施例に基づいて詳細に説明する。図1は、この発明の二次元光ファイバアレーの第1実施例、図2は図1の整列基板を複合基板で構成した第2実施例、図3は、コリメータレンズ付きの光ファイバアレーにおいて二つのフェルールを接続したフェルールの実施例、図4は図3のフェルールを一体化したフェルールの実施例、図5は整列基板枠の形状の異なる変形例である。

【0016】【実施例1】図1に示すように、光ファイバ1と、円筒状のフェルール2と、4枚のフェルール整列基板（平板）3と、接着剤4から二次元光ファイバアレーによるコネクタを構成する。フェルール2には、光ファイバ1の先端部を挿入して保持し、このフェルール2を隣合うフェルールと平行に接触した状態で整列させ、さらに整列したフェルール束の上下左右の列をそれぞれ、整列基板3と接触させる。接着剤4は、フェルール2間およびフェルール2・整列基板3間に充填し、整列基板3を枠状に固定し、かつ整列基板3とフェルール2が軸方向に位置ずれしないように固定する。

【0017】フェルール2は単心の光ファイバのコネクタに使用される外径精度の良い円筒状プラグと同様の部材である。ここで用いたフェルール2の寸法は、外径 $250 \pm 2 \mu\text{m}$ 、内径 $127 \pm 2 \mu\text{m}$ 、長さ $10 \text{ mm}$ 、全長に対する平行度 $3 \mu\text{m}$ 以下であり、これは既に広く使用されている光コネクタのジルコニアフェルールと同等の部材である。

【0018】整列基板3の寸法は、幅 $3 \text{ mm}$ 、厚さ $1 \text{ mm}$ 、長さ $15 \text{ mm}$ 、平行度と平坦度は共に $0.3 \mu\text{m}$ 以下であり、この整列基板3の上に、光ファイバ1の先端

フェルール2の外径ばらつきが $2\mu\text{m}$ と大きくても、+と-がうまく相殺し合うため、光ファイバ1のピッチ精度は $1\mu\text{m}$ 以下に収まる。また、隣合う二つの整列基板3のなす角度も三角プリズムの直角を転写したもので、直角に対して $1\text{mrad}$ 以下の誤差になっているので、光ファイバアレー面における光ファイバ1の整列直交度も高精度が得られる。

【0019】一方、光ファイバ1の光軸と出射光の角度ずれは、整列基板3の平坦面に対する光ファイバ1の実際の傾斜角 $\theta$ で決まる。何故なら、整列基板3の端面と光ファイバ1の端面は、整列基板3の平坦面と直角で、かつ同一面となるように研磨されるからである。従って、この実施例での最大傾斜角 $\theta$ は、フェルール2の内外径の最大ばらつき各 $2\mu\text{m}$ と全長の平行度 $3\mu\text{m}$ の和に対する全長 $10\text{mm}$ の比、すなわち $7/10000$  ( $0.7\text{mrad}$ )となり実用上充分な精度が得られる。

【0020】ここで、フェルール2と整列基板3との接触部において、両者の間で変形することがあると、前記の高精度は達成できない。このため、整列基板3はセラミックスのような硬質材料でなければならず、フェルールとの馴染み性を考慮してフェルール2と同じジルコニアを用いた。なお、この実施例では、フェルール2の端面と光ファイバ1の光軸とが交差角が $1\text{mrad}$ 以下の精度で直交できることを説明したが、実際の研磨は整列基板3の平坦面を基準として光ファイバ1の光軸との交差角を規定するため、 $90^\circ$ 以外の任意の交差角に対しても同等の精度で研磨できる。

【0021】なお、フェルール2の配列は単純に整列基板3の上に並べていくだけで、特別な治具や装置を必要としない。また、図1において、光ファイバアレーの整列を一段だけとすれば、そのまま一次元の光ファイバアレーとなる。このとき、その構成から、光ファイバのアレー精度は全く影響を受けることなく、二次元アレーと同じ方法で製作できることは明らかである。

【0022】〔実施例2〕図2は、実施例1の整列基板3に用いたセラミックス板の代わりに、金属板6内側にジルコニア板7を接着した複合基板5を採用した二次元ファイバアレーである。このような構成においても、光ファイバのアレー精度や製作法は実施例1と同じになるが、光ファイバアレーの取付け方法において違いが生じる。

【0023】すなわち、実施例1の場合、外側の部品がセラミックスであるため、この二次元光ファイバアレーは相手部品に対して直接または第三の部品を介して接着で固定保持することが避けられない。この場合、相手部品と熱膨張係数が合わなかったり、接着面積が充分とれないときには、実装するときの信頼性などに問題を残すことになる。これに対して、外側の部品が金属である

形状や材料に合わせてより適正な固定保持法を選ぶことができるので、実装上の信頼性は大幅に改善できる。

【0024】〔実施例3〕図3は、コリメータレンズ付きの光ファイバアレーに使用されるフェルールであって、直径の異なる光ファイバとロッドレンズをそれぞれ内部に保持したフェルールをその端面で接着した一体構造のフェルールの断面である。このフェルールは、光ファイバ1と、ロッドレンズ11と、ファイバフェルール12と、ロッドレンズフェルール13から構成される。ファイバフェルール12とロッドレンズフェルール13は、内径が異なるが外径の等しい円筒部材である。なお、1Aは光ファイバ1のコアである。

【0025】この構成は、光ファイバ1を内部に保持したフェルール12とロッドレンズ11を保持したフェルール13をそれぞれ個別に作製し、次に平坦な二面からなるV定盤上でフェルール12、13の外径を基準として両者の端面を光学接着剤14で一体化する。この後は、フェルール12、13が一体的で様な円筒状になっているので、実施例1、2と同じ方法により、ロッドレンズをアレー化したコリメータレンズ付き二次元アレーなどが簡単に形成できる。

【0026】この構成で、光ファイバ1とロッドレンズ11の両者の中心の間に位置ずれ(光軸ずれ $d$ )が存在すると、ロッドレンズ11の一端から出射する光に角度ずれ $\theta$  ( $=\pi d/2L$ )が生じる。この角度ずれ $\theta$ は、実施例1と同様に結合損失やクロストークの原因となるため、できるだけ小さくしなければならない。この場合の光軸ずれ $d$ は、ファイバフェルール12とコネクタフェルール13との外径基準で合わせているので、実施例1のフェルール加工精度を用いて外径ばらつきに依存した $2\mu\text{m}$ と、内径ばらつきに起因する $4\mu\text{m}$ との和から、最大 $d=6\mu\text{m}$ である。ここで、ロッドレンズの長さを $L=8\text{mm}$ とすれば、角度ずれ $\theta$ は $1.1\text{mrad}$ となり、この値は光を $10\text{cm}$ 空間伝播したとき光の位置が $0.11\text{mm}$ ずれることを示している。

【0027】なお、ロッドレンズはその長さに応じてレンズとしての特性が変わるため、ここで用いるロッドレンズの長さは予め最終的に残す長さ(焦点距離に等しい)に調整しておかなければならず、またロッドレンズの端面の接触する光ファイバの端面もその光軸と垂直になるように事前に加工しておく必要がある。これらの加工はいずれも従来の研磨技術で実現できるため、技術的な問題はない。

【0028】〔実施例4〕図4は、実施例3の製作法をさらに簡単にするため、両端に内径の異なる穴を加工した異径フェルールの断面構造で、光ファイバ1と、ロッドレンズ11と、一体構造のフェルール15からなる。フェルール15には、光ファイバの端部が挿入されるファイバ保持用穴16と、ロッドレンズが挿入されるロッ

【0029】フェルール両端の穴径が異なっているの  
で、これまでに述べたフェルールよりその製作は複雑に  
なるが、実施例3のフェルール間の接着工程が省略でき  
るので、製作工程はより簡単となる。一般に接着工程は  
手作業で時間がかかり、また精度や信頼性が低下し易い  
という問題を内在しているが、異径フェルールでこの問  
題が緩和される効果は大きい。なお、ロッドレンズの長  
さ調整と光ファイバ端面の垂直面形成は、実施例3と同  
じく事前に加工しておかなければ、光軸ずれについては  
実施例3と同等以上の精度が得られる。

【0030】なお、フェルールの配置や整列基板枠の形  
状は、図1、図2に限定されることなく、図5に示すよ  
うに種々の態様を採ることができる。

【0031】

【発明の効果】前述の通り、この発明は、光ファイバの  
端部にフェルールを装着し、これらフェルールを接触状  
態で整列し、これらフェルール束を平坦度のよい硬質平  
板で規制するようにしたため、次のような効果を奏す  
る。

- (1) 一次元と二次元のファイバアレーのどちらでも、高  
精度に製作できる。
- (2) 簡単に製作でき、作業効率が大幅に向上し、製作費  
を低減できる。
- (3) ファイバアレーの規模に制限がなく、またファイバ  
アレーのピッチはフェルールの外径を変えるだけで容易  
に変えることができ、あらゆるコネクタに対応できる。
- (4) コリメータレンズを必要とするファイバアレーも簡  
単に、高精度に製作することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の二次元光ファイバアレーの実施例を  
示す部分断面斜視図である。

【図2】図1の整列基板を複合基板とした実施例を示す  
部分断面斜視図である。

【図3】この発明のコリメータレンズ付き光ファイバア  
レーにおいて、二つのフェルールを接続したフェルール  
を示し、(a)は横断面図、(b)は縦断面図である。

【図4】図3のフェルールを一体構造とした例を示す縦  
断面図である。

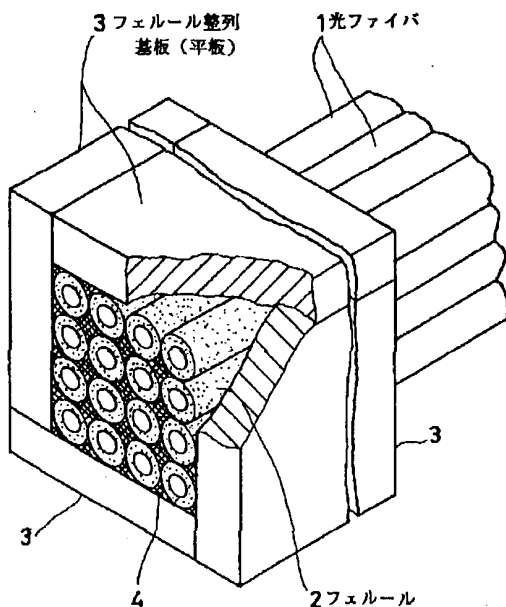
【図5】フェルールの配置や整列基板枠の形状の異なる  
変形例を示す横断面図である。

【図6】従来の二次元光ファイバアレーを示す斜視図で  
ある。

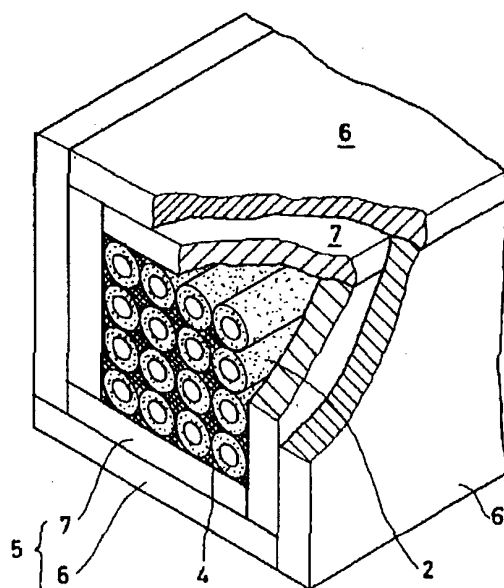
【符号の説明】

- |    |             |
|----|-------------|
| 1  | 光ファイバ       |
| 2  | フェルール       |
| 3  | フェルール整列基板   |
| 4  | 接着剤         |
| 5  | 複合基板        |
| 6  | 金属板         |
| 7  | ジルコニア板      |
| 11 | ロッドレンズ      |
| 12 | ファイバフェルール   |
| 13 | ロッドレンズフェルール |
| 14 | 光学接着剤       |
| 15 | フェルール       |
| 16 | ファイバ保持用穴    |
| 17 | ロッドレンズ保持用穴  |

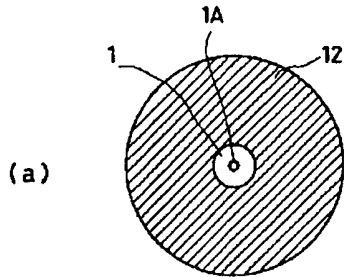
【図1】



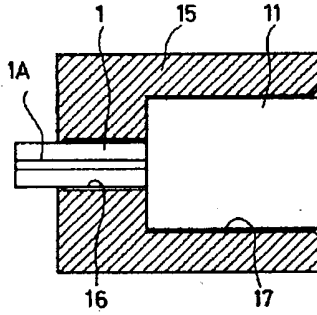
【図2】



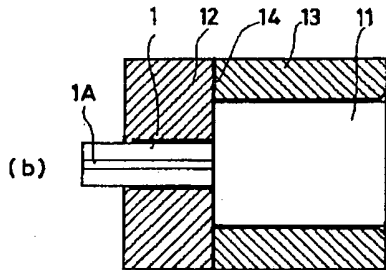
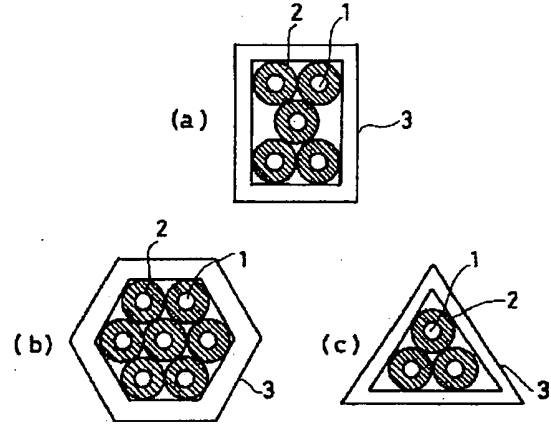
【図3】



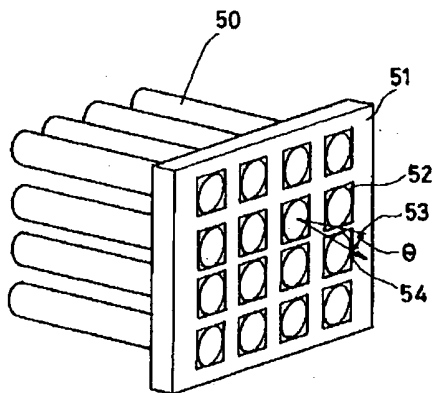
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(72) 発明者 野 口 一 博

東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日  
本電信電話株式会社内

(72) 発明者 木 村 一 夫

東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日  
本電信電話株式会社内